

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-337299

(P 2001-337299A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001. 12. 7)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	ターコード* (参考)
G 0 2 F	1/01	G 0 2 F	1/01
	2/00		2/00
H 0 4 B	10/23	H 0 4 B	9/00
	10/00		A

審査請求 未請求 請求項の数 18

O L

(全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-61241 (P2001-61241)

(22) 出願日 平成13年3月6日 (2001. 3. 6)

(31) 優先権主張番号 60/187840

(32) 優先日 平成12年3月8日 (2000. 3. 8)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259  
ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド  
Lucent Technologies  
Inc.  
アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700

(74) 代理人 100081053  
弁理士 三俣 弘文

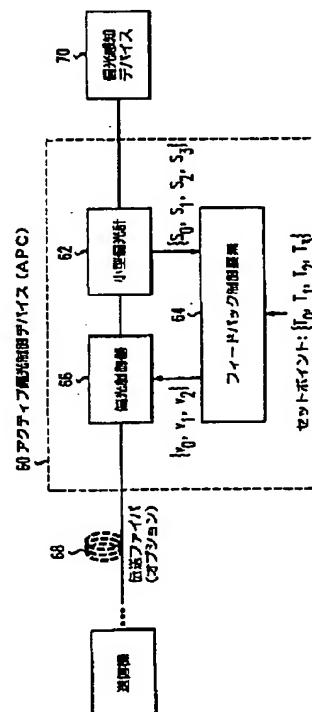
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信システム及びこのシステムに使用する偏光制御デバイス

## (57) 【要約】

【課題】 工業用に使用することが可能な、比較的安価で強靱な小型の偏光の制御及び監視のデバイスを有する光通信システムを提供する。

【解決手段】 偏光制御器 66 と結合したインライン偏光計 62 は小型で正確であるので、様々なシステムに適用して改善を可能にする。実施形態においては、インライン偏光計 62 の出力と偏光制御器 66 の入力とはフィードバックループ 64 によって結合され、「アクティブ偏光制御」 (A P C) を実現する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 A) 複数の光信号からなる波長分割多重信号を伝搬する伝送路に沿って集積して配置され、前記伝送路を通過する各光信号の所定の部分と外部結合を形成して各光信号の偏光状態に関する情報を収集するインライン偏光計と、

B) 前記インライン偏光計から出力される偏光状態の情報に応じて複数の光信号の偏光を修正し制御するネットワーク制御要素とを有し、各光信号の偏光を査定する光通信システム。

【請求項 2】 偏光計は複数の偏光計からなることを特徴とする請求項 1 記載の光通信システム。

【請求項 3】 偏光計は単一の偏光計からなることを特徴とする請求項 1 記載の光通信システム。

【請求項 4】 偏光計は部分的な偏光計からなることを特徴とする請求項 1 記載の光通信システム。

【請求項 5】 偏光計は完全な偏光計からなることを特徴とする請求項 1 記載の光通信システム。

【請求項 6】 複数の波長の中のあらかじめ選択された 1 つ以上の波長にテスト RF 信号を与え、インライン偏光計を用いて前記テスト RF 信号に対応する固有の検出器に入射する光の相対的な分割量を決定する RF トーン発生器をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の光通信システム。

【請求項 7】 複数の光信号であらかじめ選択された 1 つ以上の偏光にテスト RF 信号を与え、インライン偏光計を用いて前記テスト RF 信号に対応する固有の検出器に入射する光の相対的な分割量を決定する RF トーン発生器をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の光通信システム。

【請求項 8】 A) 光伝送路に沿って伝搬する入力光信号に応じて所定の偏光状態を示す光信号の出力を生成する偏光制御要素と、

B) 前記光伝送路に集積して形成され、前記入力光信号の偏光状態によって決定される外部結合を形成するインライン偏光計と、

C) 前記インライン偏光計の出力と前記偏光制御要素への調整可能な入力との間に配置され、前記インライン偏光計からの制御信号出力に基づいて前記偏光制御要素に訂正信号入力を供給するフィードバック制御要素とを有する通信システムに用いる偏光制御デバイス。

【請求項 9】 前記インライン偏光計は光ファイバと合体した 4 組の格子からなる完全なインライン偏光計として規定され、各格子はあらかじめ設定された角度  $0^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $150^\circ$  及び  $90^\circ$  で傾斜し、第 2 の格子と第 3 の格子との間に前記光ファイバの軸に対して  $30^\circ$  の角度をもつ波長板が配置されていることを特徴とする請求項 8 記載の通信システムに用いる偏光制御デバイス。

【請求項 10】 前記インライン偏光計は 4 組の誘電体フィルタを有する完全なインライン偏光計として規定さ

れ、各フィルタはあらかじめ設定された角度  $0^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $150^\circ$  及び  $90^\circ$  で傾斜し、第 2 のフィルタと第 3 のフィルタとの間に前記光ファイバの軸に対して  $30^\circ$  の角度をもつ波長板が配置されていることを特徴とする請求項 8 記載の通信システムに用いる偏光制御デバイス。

【請求項 11】 A) 1 つ以上の光信号を供給する送信機と、

B) 光伝送路と、

10 C) 光受信機と、

D) 偏光制御デバイスとを備え、

前記偏光制御デバイスはさらに、

D-1) 前記光伝送路に沿って伝搬する 1 つ以上の入力光信号に応じて所定の偏光状態を示す光信号の出力を生成する偏光制御要素と

D-2) 前記光伝送路に集積され、前記入力光信号の偏光状態によって決定される外部結合を形成するインライン偏光計と、

D-3) 前記インライン偏光計の出力と前記偏光制御要素への調整可能な入力との間の信号経路に配置され、前記インライン偏光計からの制御信号出力に基づいて前記偏光制御要素に訂正信号入力を供給するフィードバック制御要素と、

を有することを特徴とする光通信システム。

【請求項 12】 前記光伝送路は複屈折伝送路ファイバの部分からなり、前記偏光制御デバイスは前記インライン偏光計からの光出力の偏光軸を前記複屈折伝送路ファイバの軸に配向するのに使用されることを特徴とする請求項 11 記載の光通信システム。

30 【請求項 13】 偏光ビームスプリッタをさらに備え、前記偏光制御デバイスは出力信号の偏光状態を調整して前記偏光ビームスプリッタの主要な複数の軸の 1 つに向きを合わせるために利用されることを特徴とする請求項 11 記載の光通信システム。

【請求項 14】 前記偏光制御デバイスは前記偏光ビームスプリッタの各出力に配置され、近接空間波長をもつ 2 つの直交チャネルの各々を識別することを特徴とする請求項 11 記載の光通信システム。

40 【請求項 15】 前記偏光制御デバイスの前記インライン偏光計は光ファイバと合体した 4 組の格子を有する完全なインライン偏光計であり、各格子はあらかじめ設定された角度  $0^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $150^\circ$  及び  $90^\circ$  で傾斜し、第 2 の格子と第 3 の格子との間に前記光ファイバの軸に対して  $30^\circ$  の角度をもつ波長板が配置されていることを特徴とする請求項 11 記載の通信システム。

50 【請求項 16】 前記偏光制御デバイスの前記インライン偏光計は光ファイバと合体した 4 組の誘電体フィルタを有する完全なインライン偏光計であり、各フィルタはあらかじめ設定された角度  $0^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $150^\circ$  及び  $90^\circ$  で傾斜し、第 2 のフィルタと第 3 のフィルタとの

間に前記光ファイバの軸に対して $30^\circ$ の角度をもつ波長板が配置されていることを特徴とする請求項1記載の通信システム。

【請求項17】 前記偏光制御デバイスは、光送信機に配置された第1のデバイス及び光受信機に配置された第2のデバイスからなることを特徴とする請求項14記載の光通信システム。

【請求項18】 前記インライン偏光計は光受信機に配置され、前記偏光制御デバイスは送信機に配置され、遠隔測定チャネルを用いて前記インライン偏光計から前記偏光制御デバイスにフィードバック情報を送信することを特徴とする請求項11記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システム及びこのシステムに使用する偏光制御デバイスに関し、特に、光通信システムの様々なアレンジにおいて偏光の監視及び制御を行うインラインで小型の偏光計に関する。

【0002】

【従来の技術】現在の光通信システムは技術の限界に近づきつつあり、商業的にまだ活用されていない光信号の特性に光ファイバ内における偏光の変性がある。現在使用されている光通信システムのファイバのすべてにおいて、実質的に偏光制御はなされていない。すべての偏光依存を除去するために特別な測定を行っている事例がいくつかあるだけである。

【0003】この研究は、偏光の制御をすることなく情報の伝送を可能にするものであり、よく用いられているシステムにおいては、偏光に対する性能の差異は無視できる程度である。このようなシステムにおける個々の信号の偏光は、ファイバの特定の位置での時間における場合と同様に、ファイバの端から端までの距離上において展開する。

【0004】偏光展開の光源は、ファイバの複屈折及び波長依存性と同等に、温度、ファイバの曲がり、機械的な振動で変化し、そのすべてを現場で使用するファイバから除去するのは実質的に不可能である。したがって、障害に関係する基本的な偏光を制御し軽減するためには、避けることのできないランダムな変化を克服することを補償するとともに、伝送路のいかなる位置においても偏光を安定化し制御することを補償するアレンジが必要になる。

【0005】ファイバ光通信において偏光角を自由に展開し制御する技術がすでにいくつか明らかになっている。例えば、よく知られている技術に、伝送能力を2倍にするために同じ波長において2つの直交する独立したチャネルを多重化する偏光を実現するものがある。また、直交する偏光を交互に波長分割多重化(WDM)チャネルに入射してファイバを通して伝送する際の非直線性を低減ことも知られている。一次の偏光モード分散

(PMD)の問題は、伝送リンクに沿った主な偏光状態を分離することにより、また信号を合成する前の1つの経路に沿って可変遅延を導入することにより、すでに解決済みである。

【0006】このような又は他の様々な従来の偏光に関する技術が知られているが、商業的に有効なシステムには大きな成果をもたらしていなかった。いまだに研究段階を超えて大きな成果が開発されていないのは、研究所の環境の中で偏光の展開が制御されていることに少なくともいくつかは一因があるが、実行可能な通信システムにおいて現場で、このような制御を実行するための手段が容易に入手できないからである。

【0007】現在の研究所の中で、このような現場での使用を容易にするために要求される構成要素には、偏光監視器、及び、ある場合においては、この偏光監視器と共に動作する偏光制御デバイスや補償デバイスがある。これらの目的のために研究所で使用されているデバイスは大きすぎるし動作が不安定であるので、現場で使用するには適していない。事実、研究所の環境には偏光展開の一因となる多くの外部変動がないので、たとえ他の欠点を無視したとしても、研究所のデバイスが現場の環境で同じように正常に動作するかどうかは明らかでない。

【0008】ファイバ光スパンに沿った偏光「制御」が困難で興味の薄い提案であるのは、局所的な偏光制御及び偏光監視の効果的な技術が不足していることにいくつかは原因がある。近年において、リチウム・ニオブ導波器、液晶複屈折器、及び昇温偏光維持ファイバに基づく多くのよく知られた技術が導入されるに応じて、偏光制御の問題は次第に小さくなってきている。

【0009】しかしながら、このようなデバイスは各々複数の異なる欠点を持っている。すなわち、コストが高く、挿入損失が高く、時間応答が遅いという欠点があり、長い距離の反復性が不足し、環境的に不安定である。このような制限があるにもかかわらずこれらのデバイスは機能的であり、多くの場合において、魅力的なコストパフォーマンスで偏光制御を実行する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】その一方で、偏光監視は有効な技術的選択が少ないので大きな制限がある。特に、現在までに商業的に用いられているデバイスは、サイズが非常に大きい上、同じ効果をもたらす他の光学部品(例えば、WDMフィルタ)よりもコストが高い。もっと小さく低いコストのデバイスが提案されてはいるが、これらの提案のどのデバイスも工業用の有効性が不足し、これらのデバイスは、通信システムにおける偏光の制御及び監視に有利になるような大きなシステムを充分に解決するまでには至っていない。

【0011】このように、工業用の光通信システムに使用することが可能な、比較的安価で強靱な小型の偏光の制御及び監視のデバイスが要望されている。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は従来の技術の課題を解決するものであり、本発明は光通信システムにおける偏光監視及び制御に関し、より詳細には、様々なシステムアレンジにおける偏光監視及び制御を提供するためのインラインで小型の偏光計の使用に関するものである。

【0013】本発明によれば、使用するインライン偏光計は、通信システム内の伝送ファイバにおいて、偏光を直接的に測定する能力がある。ある実施形態においては、インライン偏光計は「アクティブ偏光制御デバイス」を形成する偏光制御要素と結合して使用される。この場合には、インライン偏光計からの出力は偏光制御デバイスへのフィードバック信号として用いられる。

【0014】偏光ビームスプリッタ及び偏光維持ファイバを含む他の様々な要素がアクティブ偏光制御デバイスと結合されて、本発明の実施形態では通信システムの多重枝に沿って偏光制御及び監視を実現する。

【0015】本発明の他の実施形態においては、インライン偏光計は特にインターリーブされた偏光で近接した空間をもつWDMチャネルを利用したシステムにおいて、補助偏光波長分波を提供する。

【0016】本発明によれば、インライン偏光計は、(ファイバに4つの分離した測定を行うだけで) 光信号の偏光状態の特徴を全体として利用する。又は、これと対照的に、形成される偏光状態、例えば、信号の偏光の2つの測定を考慮して部分的な情報を提供する(この情報は複屈折ファイバを利用する場合に有効である)。

【0017】偏光制御及び監視の様々な実施形態は、以下の説明の過程及び添付した図面を参照することによって明らかにされる。

## 【0018】

【発明の実施の形態】本発明の様々なシステム応用において利用される偏光監視及び制御は、一般的に、適切なインライン偏光計を用いて改善される。図1は、このような目的に適した全ファイバ型のインライン偏光計10の例を示し、このような偏光計の構造及び設計は、2000年の3月3日に出願されて、本発明の譲受人に譲受されたシリアル番号09/517, 865の共同係属出願に詳細に説明されている。

【0019】一般的に、偏光計10は、14, 16, 18及び20で示す4組の格子を内部に有する光ファイバ12からなり、図に示すように、各組の格子はファイバの軸に対して異なる角度で設定されている。この場合において、最初の格子14は角度0°、2番目の格子16は角度90°、3番目の格子18は角度45°、最後の4番目の格子20は角度-45°でファイバ軸に対して傾斜している。

【0020】一般的に、4組の検出器(図示せず)が4組の格子に結合されて各格子における外部結合光を監視

する。また、この情報を用いて関係するストークスパラメータを発生して偏光状態を決定する。重要なことは、1/4波長板22が3番目の格子18と4番目の格子20との間に配置されていることであり、これによって4番目の格子20内において外部結合された光が4つの格子に対して必要なデータを供給して、ファイバ12を通じて進行する光信号の偏光状態を固有に決定する。

【0021】図2は比較的小型のバルク光のインライン偏光計30を示している。このインライン偏光計30は、上記の偏光計10の代わりに後述するどのシステム構造においても使用できるものである。バルク光のインライン偏光計30は、その入力及び出力に一对のコリメータレンズ32, 34を備えている。複数の誘電体フィルタ36はあらかじめ設定された様々な配向特性で偏光計30内に配置され、これによって光の外部結合に対して異なるように偏光された要素を示すことができる。

【0022】図1のアレンジと同様に、(例えば、複屈折材料の) 1/4波長板38が伝送路に沿って配置され、偏光計30を通過する光の偏光状態を固有に規定するために要求されるフィルタ36に必要な回転を保証する。

【0023】上記したように、インライン偏光計は「現場」への適用に有効であり、そのことを除けば、性能においては大きい形状でもっと高価な研究所の偏光計アレンジに匹敵する。図3は(例えば図1に示した) 全ファイバ型のインライン偏光計の性能を研究所のデバイスの例と比較したグラフであり、研究所のデバイスによって測定された偏光状態は横座標にプロットされ、インライン偏光計によって測定された偏光状態は縦座標にプロットされている。図に示すように、その結果の間にはわずかな変量しかない。したがって、インライン「現場」デバイスの使用を頼りにして正確で反復可能な測定を実現できる。

【0024】図1及び図2に示したアレンジは「完全な」偏光計であるが(「完全な」という意味は、ストークスパラメータのすべてが決定されて偏光状態が完全に規定されるというものである)、「部分的な」インライン偏光計もまた本発明のシステムアレンジに使用可能である。例えば、(0°及び90°の) 2つの測定を実行する部分的な偏光計も使用可能であり、特にいくつかの偏光情報がすでに分かっている複屈折ファイバを用いる場合に使用可能である。

【0025】インライン偏光計を用いた重要な第1のシステムの実施形態はWDMシステムに関するものであり、このシステムでは多重波長が単一のファイバに沿って同時に伝送され、波長の各々において各信号についての「偏光状態」の情報を得るという重要性がある。

【0026】1つの例としてのシステムは、図4に示すように、上記した図1に關係する偏光計10の格子14~20に検出アレイ40を備えている。あるいは、図2

の偏光計30内に含まれている誘電体フィルタ36と共に検出アレイが使用される。いずれの場合においても、検出アレイ40は複数の波長選択要素を有し、アレイの分離した検出器の各々が固有の波長を記録することになる。

【0027】他のWDMシステムの実施形態においては、RFトーンが個々の信号上に符号化されて、与えられる信号に対応した検出器（アレイでなく単一の検出器）に入射する相対的な分割を決定するために使用される。後者の場合には、同一の又は隣接した波長における2つの信号を分波する偏光の目的のために、偏光状態の同一性が重要である。

【0028】他の実施形態においては、時間の関数として光信号の偏光状態を監視することに有効性がある。図5はこのような測定を実現するアレンジであり、インライン偏光計50（これは例えば、図1の偏光計10又は図2の偏光計30のいずれでもよい）は、受信機52の前に配置されている。したがって、この特異なアレンジにおいては受信機の直前の偏光状態が測定され、受信機はそれに応じて調整される。

【0029】他の実施形態においては、偏光計は偏光モード分散補償器の前又は後に配置され、その補償器の出力は比較器の入力として用いられる。他の実施形態においては、インライン偏光計は光増幅器56の直前に配置され、これにより増幅器56の動作が偏光の作用に応じて調整される。

【0030】一般的に、インライン偏光計を用いて偏光情報を発生するには、以下に示すいずれかの環境が有効である。（1）送信機において入射された信号の直交性を監視して、直交する偏光の合成について適切なアラインメントを立証する。（2）信号の「偏光解消」を監視して、偏光モード分散（PMD）の監視及び補償の目的のためにその「偏光解消」を利用する。（3）信号ノイズに比例する信号の偏光解消部分を有するシステムの信号対ノイズ比を測定する。（4）（例えば）PMDの監視の目的のために、リアルタイムで伝送システムの偏光依存性の変換関数を測定する。（5）システム障害やゆるやかな伝送ウィンドウの原因となり得るファイバの偏光状態を監視し発見する。（6）一般的に、光PMD補償を監視する。

【0031】さらに、複数のインライン偏光計を使用して、各「偏光感知」要素（すなわち、偏光ビームスプリッタ、光増幅器等）の前に異なる偏光計を配置する通信システムも考えられる。ある実施形態においては、第1のインライン偏光計は送信機に配置されて光入力偏光を「監視」し、第2のインライン偏光計は受信機に配置されて出力信号の偏光を「制御」する。速隔測定信号は、受信機からの出力偏光についての情報を送信機に送り返すのに用いられる。

【0032】図6は他のシステム実施形態を示し、他の

要素と結合したインライン偏光計を利用して、システムを通過する光信号の偏光状態を監視し制御する。特に、「アクティブ偏光制御」（APC）アレンジ60は、フィードバック制御要素64及び偏光制御器66と結合して用いられるインライン偏光計62として示され、光信号経路、例えば伝送ファイバ68に沿って伝搬した入力信号の偏光を評定し、（必要ならば）調整する。

【0033】フィードバック制御要素64と偏光制御器66の全機能との組み合わせによって、確定的なフィードバック制御は迅速かつ効果的に出力信号における所望かつ任意の偏光状態を維持することができる。APC60の出力が偏光感知デバイス70への入力として提供された場合には、実施形態においては、偏光維持ファイバ（PMF）72の部分をAPC60の出力とデバイス70の入力との間の光導伝媒体として利用するのが望ましい。

【0034】偏光感知デバイス70は様々な数の光デバイスからなり、それらの特性は入力信号の偏光状態の関数として変化する。図7は、偏光ビームスプリッタからなる偏光感知デバイス70を有する実施形態を示している。図に示すように、APC60が偏光を安定化した場合にビームスプリッタ72の各出力に見られる電力は、APC60の性能の独立したテストを表している。

【0035】図8は、図7に示したシステムの性能に対応したデータを示している。図8（a）は、APC60が活性化である（「クローズ」）場合と、フィードバックループが除かれた（「オープン」）場合との、偏光ビームスプリッタ72を介した消光の比を示すグラフである。このデータから明らかなように、フィードバックループがクローズである場合には、電力は非常に安定した状態になっている。このことは図8（b）に示されているストークスパラメータの値によっても確認される。さらに、図8（c）に示すように、オープン内で冷却されているファイバの10kmにおいて発生する偏光の変化を補償するために、制御電圧は大きく変化している。

【0036】さらに図9に示すように、ある位置で安定化している場合に、APC60は2つの直交する偏光を交互に入れ替えることができる。S1、S2及びS3ストークスベクトルの符号反転を簡略化することによって、ビームスプリッタ72の一方の出力から他方の出力に光の経路を変化することができる。

【0037】本発明のこの構成において有効となる最終的なテストは、APC60がビームスプリッタ72のいずれか一方の出力に光を導く間に波長を変化することである。図10にテストの結果を示す。この図から明らかなように、APC60及びビームスプリッタ72の双方ともに、テストした70nm範囲の全体において安定した性能を示している。

【0038】偏光ビームスプリッタ72及びAPC60の組み合わせを利用したシステムアプリケーションの例

を図 11 に示す。この場合においては、組み合わせは 2 つの異なる経路に信号をルーティングする制御に用いられ、ビームスプリッタ 72 に入力される 2 つの直交状態の一方によってルーティングが決定される。

【0039】直交偏光を分離するための光分波器 74 は、図に示すように、APC60 の入力に配置される。光分波器 74 は 2 つの直交信号を同じ波長又は近接した波長に分離するのに使用される。ビームスプリッタ 72 は増幅器 ASE (又は、他のノイズ源) からの直交偏光における光ノイズをフィルタアウトするために用いることができる。

【0040】すべての偏光において、独立した増幅器は ASE を累算するので、ノイズの半分は増幅された信号に直交する偏光の中に存在する。したがって、増幅器からのノイズはフィルタ処理することができ、APC60 を用いて偏波器又はビームスプリッタを通る信号伝送を維持する。APC も同様に、偏光状態におけるいかなるドリフトをも考慮して、2 つの直交チャンネルを分離することができる。

【0041】しかしながら、このことは波長又は RF トーン信号のいずれかを光分波して、2 つの同時入力信号に分離することを要求する。この方法で予想される困難性の 1 つは、少ない量の偏光依存損失 (PDL)、複屈折、又は異なる直交信号間における波長が、2 つの信号の直交性をわずかに低下させる可能性があることである。この場合には、単一の偏光ビームスプリッタでは完全に 2 つの信号を光分波することはできない。

【0042】したがって、APC60 は、所望の信号を最大にするよりも、むしろ望ましくない信号成分の伝送を最小にするために用いられる。この方法は同時に同じ信号を取り扱うことはできないので、図 12 に示すように、60<sub>1</sub> 及び 60<sub>2</sub> で示す一対の APC を利用して並列にフィルタ処理を行う必要がある。このアレンジによれば、検出信号のクロストークを 2 つのチャンネルにおいて独立して最小化することができ、単一の APC を利用する場合よりもノイズ特性が向上する。

【0043】図 13 に示す他の方法では、わずかに波長オフセットした直交チャンネルを用いて、ビームスプリッタの後のフィルタによって分離を可能にする。この方法は図 12 のアレンジに比べて部品を削減できる上、WDM74、ビームスプリッタ 76 及び光フィルタ 78、80 の「進路」間における必要なフィルタ処理を共有する。

【0044】本発明の他の実施形態としては複合方法が考えられる。この方法では、補助偏光波長を用いて図 11 の構成の光分波を行うものである。このアレンジは、近接空間 WDM チャンネルの偏光インターリーブに適用する場合に特に有効である。

【0045】このような交互の直交チャンネルはすでに存在して伝送中の非直線性を低減している。また、このよ

うな近接空間チャンネル (1550nm において 100GHz 未満) は非常に長い距離を伝搬した後でも、その直交性を高く維持していることが実験的な動作で保証されているので、この直交性を活用して波長及び偏光領域でのフィルタの間でこの近接空間チャンネルにおいて要求されるフィルタ処理を共有することができる。このことは、単一に光フィルタ処理を行うどのような方法よりも、最終的には近接チャンネル空間での十分なフィルタ性能を可能にする。

10 【0046】他の様々な「偏光感知」デバイスを本発明の APC と結合して使用できることは言うまでもない。例えば、偏光依存位相シフトを有する光増幅器及び光変調器を使用することができ、一般に、2 つ以上のビームの干渉を必要とするどのようなデバイスでも使用することができる。

【0047】さらに、上記のすべての APC アレンジにおいては、使用するインライン偏光計は偏光制御デバイスに極めて近接しているが、他の実施形態として、偏光制御デバイスが送信機に配置され、インライン偏光計が受信機に配置される構成でもよい。この場合には、偏光計から偏光制御デバイスへのフィードバックは、遠隔測定又は他のイントラネット通信を介して送信することが可能であり、確実な偏光制御を用いて高次の PMD フェージングを防止する。

【0048】特許請求の範囲に記載した発明の構成要件の後の括弧内の符号は、構成要件と実施例と対応づけて発明を容易に理解させる為のものであり、特許請求の範囲の解釈に用いるべきのものではない。

【図面の簡単な説明】

30 【図 1】本発明において使用する全ファイバ型のインライン偏光計を示す図。

【図 2】本発明において使用するバルク光デバイスを用いた交互のインライン偏光計を示す図。

【図 3】図 1 に示す正確なインライン偏光計と容易にはファイバ用に導入できない「研究所」タイプの偏光計との比較を示すグラフの図。

【図 4】多重波長システムのために検出アレイを用いた図 1 の全ファイバ型のインライン偏光計を使用した図。

40 【図 5】「リアルタイム」偏光評定のために偏光監視を利用する光通信システムの例を示す図。

【図 6】インライン偏光計、フィードバック要素、及び偏光制御デバイスを含む「アクティブ偏光制御デバイス (APC)」アレンジの例を示す図。

【図 7】偏光ビームスプリッタと結合したアクティブ偏光制御デバイスアレンジを利用した別の通信システム環境を示す図。

【図 8】アクティブ偏光制御デバイスアレンジを利用した光通信システムの改善された性能を示す一組のグラフの図。

50 【図 9】ストークスパラメータが偏光ビームスプリッタ

の2つの直交状態の間で反転切り替えする場合において図7に示すシステムの応答を示す図。

【図10】図7に示すシステムの動作に依存しない波長を示す図。

【図11】アクティブ偏光制御デバイスアレンジを用いた他のシステムで特に直交光ノイズをフィルタ除去した場合の図。

【図12】図11に示す他のアレンジであって、2つの並行した経路を初めに確立した後に各経路に「アクティブ偏光制御デバイス」を適用した図。

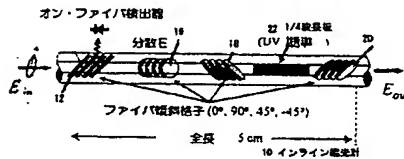
【図13】図11に示すさらに他のアレンジであって、偏光分波動作を補足するために狭帯域波長フィルタを追加した図。

#### 【符号の説明】

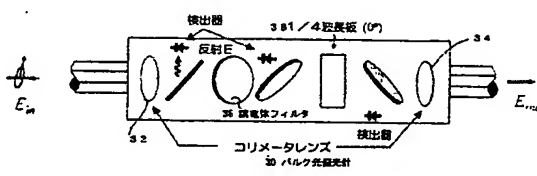
- 10 インライン偏光計  
12, 16, 18, 20 ファイバ格子  
22, 38 1/4波長板

- 30 バルク光偏光計  
32, 34 コリメータレンズ  
36 誘電体フィルタ  
40 検出器アレイ  
50 偏光監視器  
52 受信機  
54, 68 伝送ファイバ  
56 光増幅器  
60 アクティブ偏光制御デバイス (APC)  
62 小型偏光計  
64 フィードバック制御部  
66 偏光制御器  
70 偏光感知デバイス  
72 偏光ビームスプリッタ  
74 光分波器  
78, 80 光フィルタ

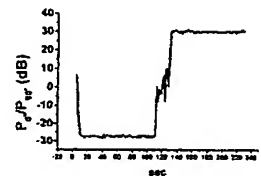
【図1】



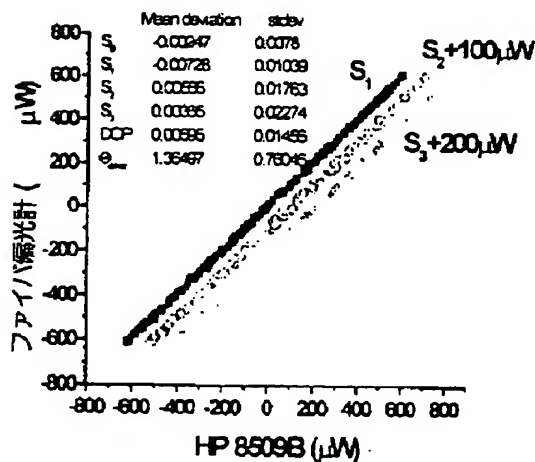
【図2】



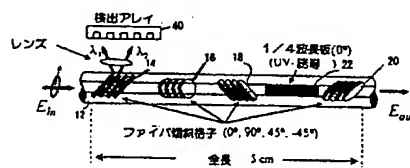
【図9】



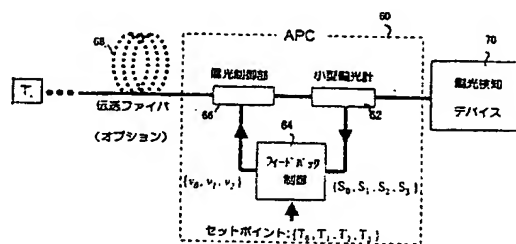
【図3】



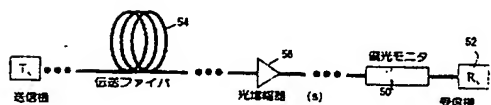
【図4】



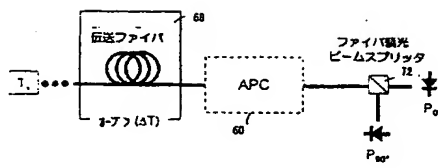
【図6】



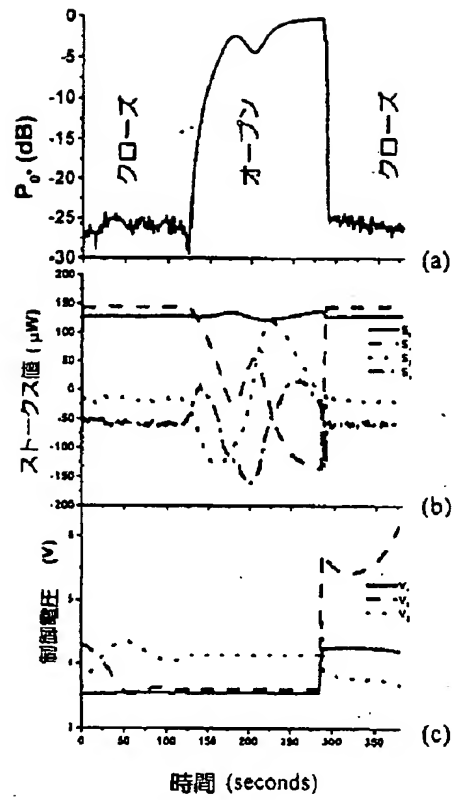
【図5】



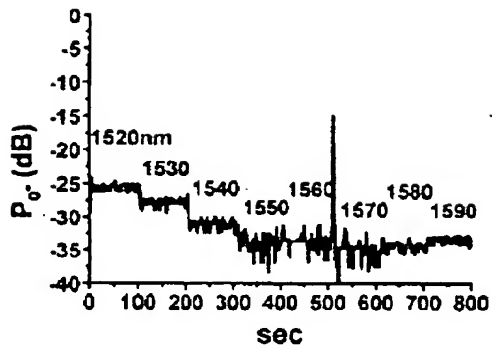
【図 7】



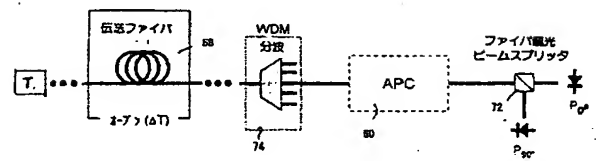
【図 8】



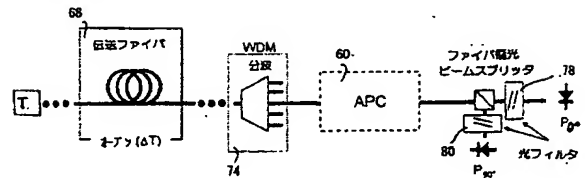
【図 10】



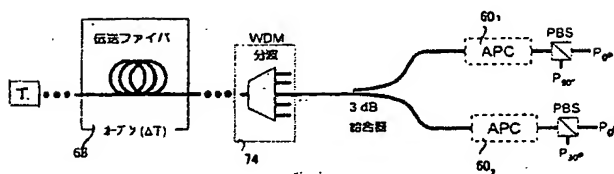
【図 11】



【図 13】



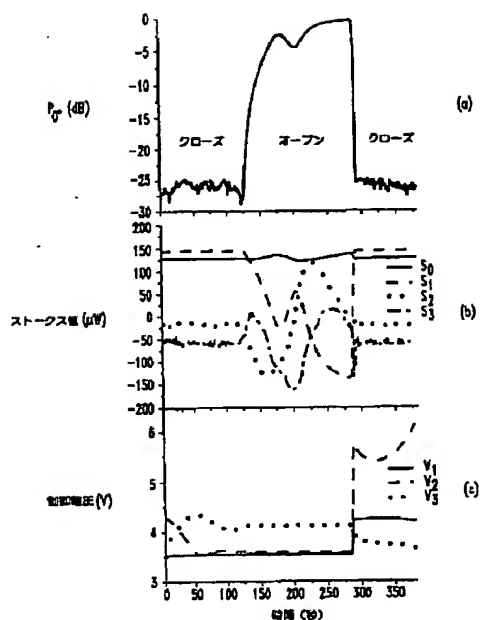
【図 12】



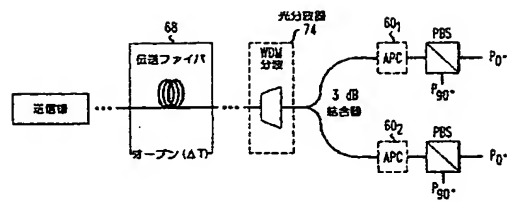




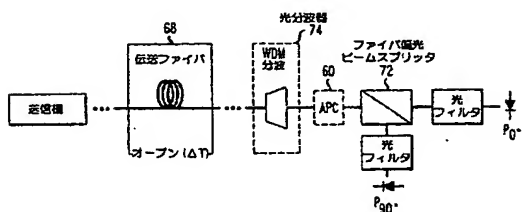
【図 8】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Je  
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72)発明者 タラン アードガン

アメリカ合衆国、14559 ニューヨーク州、  
スペンサーポート、ティアポート レーン

(72)発明者 トーマス アンドリュウ ストラッサー  
アメリカ合衆国、07060 ニュージャージ  
ー州、ウォレン、ハーモニー ロード 6

(72)発明者 ポール ステファン ウェストブルック  
アメリカ合衆国、07928 ニュージャージ  
ー州、チャサム、リバー ロード アパー  
トメント K-11 420